Petit guide pratique des instruments d'observation en astronomie

Document synthèse pour le choix et l'utilisation d'un instrument d'optique et d'une monture adaptés à ses besoins.

Mars 2012

Réal Plante et Patrice Amyot

Table des matières

Préface 2

Qu'est qu'un instrument d'astronomie? 2

Profils d'astronomes amateurs..... 3

L'optique 7

Les réfracteurs 7

Les réflecteurs..... 8

Les oculaires 12

Définitions..... 12

Qualité ou types de systèmes optiques..... 13

Performance du système optique..... 14

Les montures..... 15

Considérations générales..... 15

Les différents types de montures..... 15

Monture azimutale..... 15

Monture équatoriale..... 17

La fonction du trépied..... 20

Sources

http://www.astrosurf.com/luxorion/menu-quel-tel-acheter.htm

http://fr.wikipedia.org/wiki/Oculaire

http://astro.vision.free.fr/oculaire.php

http://fr.wikipedia.org/wiki/Lunette_astronomique

http://fr.wikipedia.org/wiki/T%C3%A9lescope

http://fr.wikipedia.org/wiki/Focalisation_(optique)

Lunettes et télescopes mode d'emploi, Jean Lacroux, Denis Berthier, éditions Bordas

Ciel et espace, Hors-série, numéro 10, juillet-août 2008

Correction : Michèle Aubin

Nous avons créé ce petit guide pratique pour les membres du Club d'astronomie maskoutain afin qu'il puisse les aider dans leurs démarches au moment de l'acquisition d'un système optique rencontrant leurs besoins. Une telle acquisition peut sembler laborieuse étant donné le vaste choix qui s'offre aux amateurs. L'objectif principal que nous visions était de démystifier le jargon utilisé sur Internet et en boutiques et d'offrir une base en optique et au sujet des montures pouvant ainsi guider l'amateur vers un choix judicieux de ce qui sera l'instrument optimal. Nous espérons avoir atteint cet objectif en rendant public ce document sur notre site Internet.

Patrice Amyot

Réal Plante

Club d'astronomie maskoutain : http://www.astrosurf.com/cam/

Préface

Qu'est-ce qu'un instrument d'astronomie?

La fonction première d'un instrument d'astronomie est de rapprocher les objets du ciel afin d'en contempler les détails. Un instrument a deux fonctions différentes :

- collecter le plus de lumière possible (*de loin la fonction la plus importante*),
- agrandir l'image de l'objet visé pour discerner le plus de détails possible (*pouvoir séparateur*).

Toujours s'informer avant d'acheter

Prenez le temps nécessaire pour bien sonder vos besoins réels et sachez déterminer quel type d'observateur vous êtes afin de ne pas investir dans l'achat d'un instrument inadéquat pour vous. Le meilleur instrument est celui dont on se sert souvent!

***NB** : Les modèles ici proposés ne représentent qu'un aperçu des multiples possibilités qui s'offrent aux amateurs. C'est pourquoi il faut s'informer avant d'acheter.*

Profils d'astronomes amateurs

- Les jeunes astronomes amateurs débutants
    - Un petit télescope de type Newton fournira des heures de plaisir et des découvertes stupéfiantes.

- Astronomes amateurs débutants (adultes)
    - Nous passons tous par ce stade!
    - Joindre un club d'astronomie serait le meilleur conseil à cette étape.
    - Prenez le temps de jeter un coup d'œil aux différents types d'instruments des membres qui en possèdent un.
    - La location peut aussi être une solution pour se faire une idée. Informez-vous auprès des boutiques spécialisées. Certains clubs possèdent aussi leur propre télescope qu'ils prêtent volontiers aux membres; informez-vous.

- Astronomes occasionnels
    - Vous avez fait vos premiers essais comme débutant et voilà arrivé le moment de faire un choix.
    - L'astronomie vous intéresse, mais pour vous, il s'agit d'un passe-temps occasionnel à partager entre amis ou avec la famille.
    - Vous ne pensez pas investir beaucoup de temps dans l'apprentissage du repérage dans la voûte céleste, encore moins de temps ou d'intérêt à apprendre le mécanisme d'une monture complexe, des vis de réglage du tube optique ou d'un logiciel de pilotage pour votre système optique.
    - Donc, votre télescope doit être opérationnel facilement et rapidement sans vous compliquer la vie. Il doit être léger et vos cibles de prédilection seront la Lune et les planètes.

Tube Newton (4'', 6'' ou 8'')
Monture Dobson

Maksutov-Cassegrain (4'', 6'' ou 8'')
Monture azimutale

- Les astronomes amateurs mordus d'observation visuelle
  - Les merveilles du ciel vous passionnent.
  - Vous cherchez toujours à pousser vos limites dans la capture des détails à l'oculaire.
  - La manipulation d'un ordinateur à l'extérieur n'est pas une option viable en ce qui vous concerne.
  - Le choix de votre instrument dépendra beaucoup de vos contraintes de transport et de votre budget.
  - Afin de réduire le budget alloué au télescope, vous pourrez toujours vous investir dans la construction de votre propre instrument.
  - La motorisation de la monture pourrait devenir une option souhaitable pour les télescopes de gros calibre.
  - Vous cherchez bien entendu un diamètre hors de l'ordinaire.

Télescope *Discovery*
Tube Newton (17,5'')
Monture Dobson

Meade Lightbridge
Tube Newton (10'', 12'' ou 16'')
Monture Dobson (*truss tubes*)

Les monstres…
Télescope *Obsession* 25’’
~ $18 000.00 US

- Les adeptes de l'astrophotographie
    - Vous rêvez de capturer des souvenirs inoubliables du ciel profond ou des planètes.
    - Vous voulez pouvoir contempler des détails d'un objet que seul un capteur ultra-sensible pourrait vous offrir.
    - Vous désirez scruter la voûte céleste à la recherche d'objets diffus.
    - Vous aimez naviguer dans le monde numérique de l'informatique.
    - La photographie vous intéresse.

Lunette apochromatique 80mm
Monture équatoriale *Takahashi*
Caméra CCD - *QSI*

Tube Ritchey-Chretien (8'' ou 10'')
Monture équatoriale *Losmandy*
Caméra CCD - *SBIG*

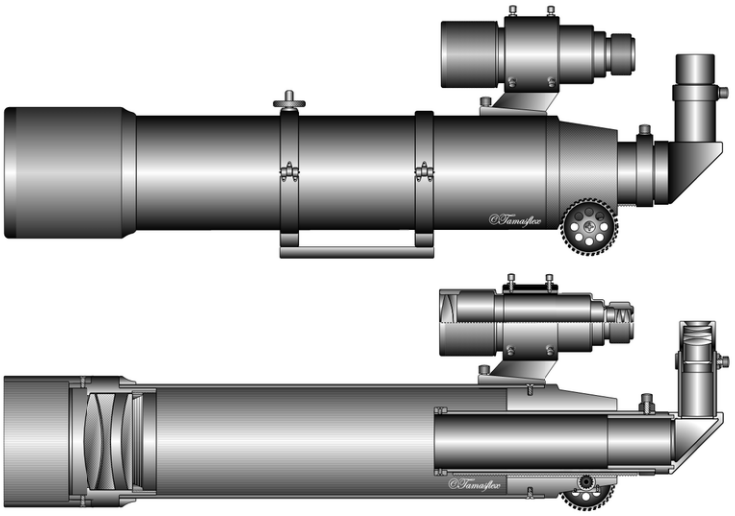
L'optique

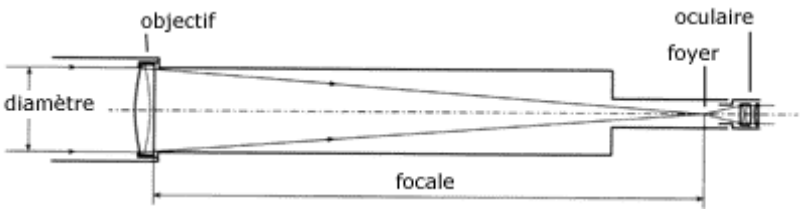
Les instruments captent la lumière et, à l'aide de dispositifs optiques, en forment une image agrandie, soit avec un jeu de lentilles (lunette astronomique), soit avec un jeu de miroirs (télescope). Dans les deux cas, un premier élément optique (lentille ou miroir), que nous nommerons objectif, est chargé de collecter la lumière et de la faire converger vers un seul point (foyer). Cette image est finalement grossie par une loupe appelée « oculaire » parce que l'œil regarde à travers elle.

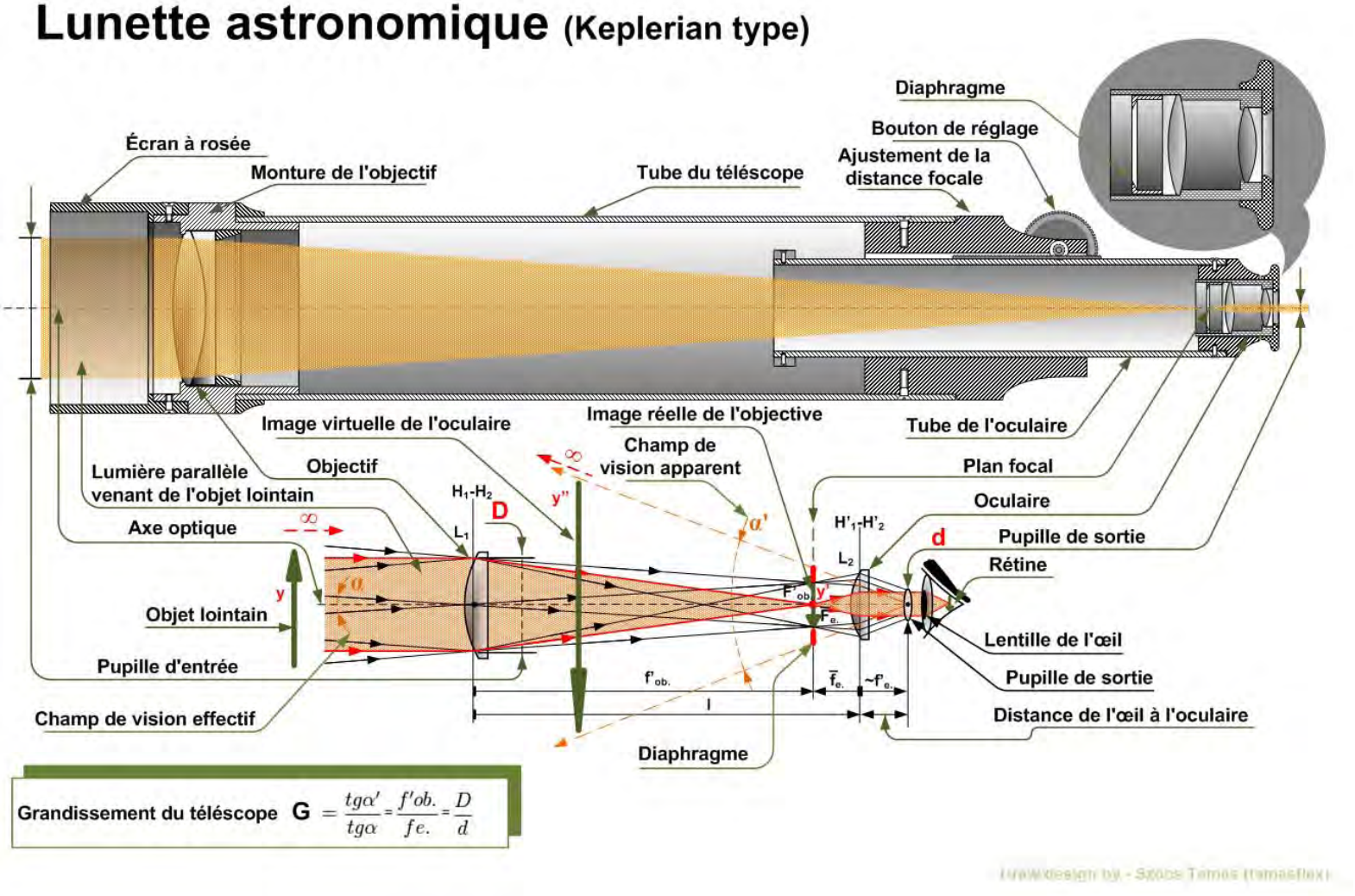
C'est le diamètre de l'objectif qui déterminera la quantité de lumière absorbée par l'instrument. Plus le diamètre est grand, plus la quantité de lumière est grande et plus l'observateur sera en mesure de distinguer des objets de faible luminosité. En doublant le diamètre d'un objectif, on collecte $2^2 = 4$ fois plus de lumière. Il n'y a pas de lien direct entre le pouvoir de grossissement et le diamètre de l'instrument.

- <u>Les réfracteurs</u>

  Dans un réfracteur ou lunette, l'objectif est une lentille biconvexe (verre ou système de verres convergents) qui est traversé par la lumière.







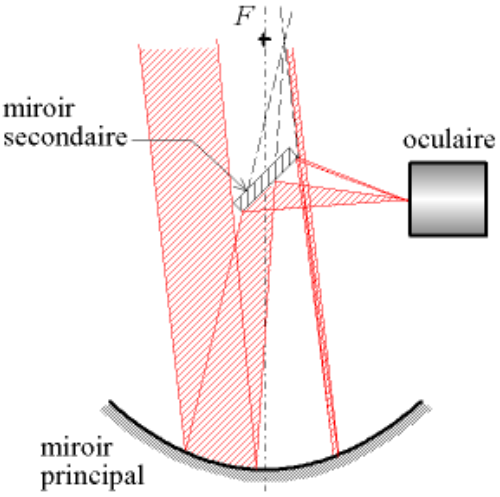
- <u>Les réflecteurs</u>

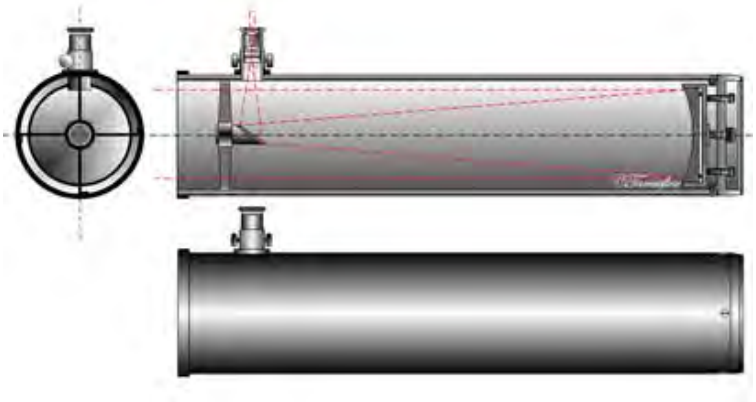
  Dans un télescope, l'objectif est un miroir concave (légèrement creux) qui focalise la lumière en la réfléchissant.

  Il existe de nombreuses variantes dans ce type d'optique. Voici celles rencontrées le plus souvent en astronomie amateur.

Newton

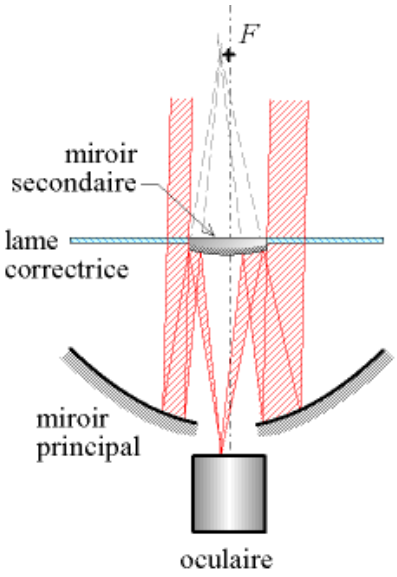
Ce type de télescopes a été mis au point par Isaac Newton. Il utilise un miroir primaire parabolique et un miroir secondaire plan. C'est le montage le plus ancien. Il est utilisé actuellement dans beaucoup de constructions d'amateurs en raison de son coût modique. D'une manière plus générale, c'est le miroir secondaire plan, incliné à 45°, qui caractérise le montage Newton (qui peut être décliné sur d'autres types de télescope) ; il permet de renvoyer l'image focale à 90° de l'axe optique près de l'ouverture du tube, ce qui rend la position d'observation plus confortable. Les miroirs paraboliques génèrent une aberration optique, dite de coma ; elle déforme les étoiles en bord de champ, ce qui réduit le champ utile.





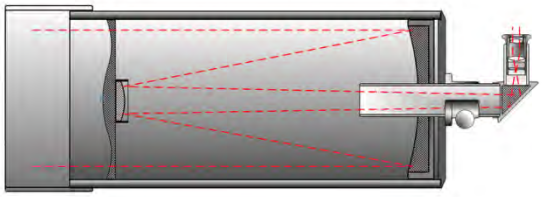
Schmidt-Cassegrain

Le télescope Schmidt-Cassegrain est un dispositif optique de type catadioptrique, composé de deux miroirs : un miroir primaire concave et sphérique et un miroir secondaire convexe hyperbolique, ainsi qu'une lentille appelée lame de Schmidt. Il s'agit d'une évolution du dispositif réflecteur proposé en 1672 par Laurent Cassegrain, développée en s'appuyant sur la chambre de Schmidt mise au point par Bernhard Schmidt en 1931.



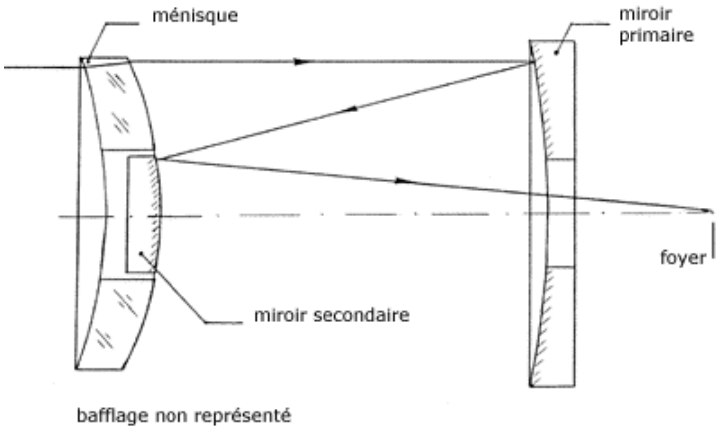
De conception proche du télescope de type Cassegrain, le télescope Schmidt-Cassegrain présente toutefois quelques particularités notables :

- le miroir primaire parabolique sur le télescope de Cassegrain devient un miroir sphérique, plus simple et moins coûteux à fabriquer ;
- pour corriger les aberrations sphériques engendrées par le miroir primaire, une lame de Schmidt est placée à l'entrée du télescope.

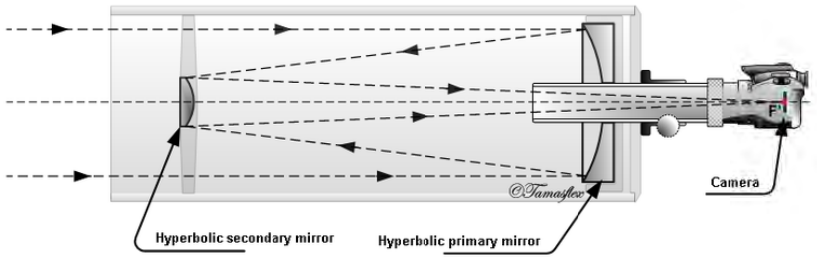


Maksutov

C'est une autre variante du Cassegrain correctement corrigé. Le primaire est concave sphérique et le secondaire est convexe sphérique, l'aberration étant corrigée par un ménisque (une lentille concave plus épaisse sur les bords). Le principal avantage de ce type de télescopes est sa facilité de réalisation par des moyens industriels, car il est composé uniquement de surfaces sphériques, donc facilement réalisables par des machines et avec des résultats homogènes (ce qui n'est pas toujours le cas avec d'autres types de télescopes). Sa conception à 3 éléments optiques (ménisque, miroir primaire et miroir secondaire) apporte une très bonne correction du champ avec une planéité bien meilleure que la formule Schmidt-Cassegrain. Son rapport F/D =13 le destine plus à l'observation planétaire et terrestre.



Ritchey-Chrétien



Ritchey - Chrétien (RCT)

Le télescope Ritchey-Chrétien est un télescope de type Cassegrain particulier conçu pour éliminer l'aberration optique appelée coma. Ce type de télescopes fournit un champ d'observation relativement large comparé à une conception plus conventionnelle. Dans le télescope Ritchey-Chrétien, le miroir primaire et le miroir secondaire sont hyperboliques. Il fut inventé au début des années 1910 par l'astronome américain George Willis Ritchey (1864–1945) et l'astronome français Henri Chrétien (1879–1956).

Quelques exemples

Newton

Schmidt-Cassegrain

Maksutov

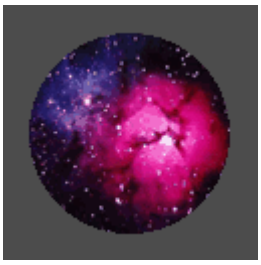
Ritchey-Chrétien

Les oculaires

Quelques définitions

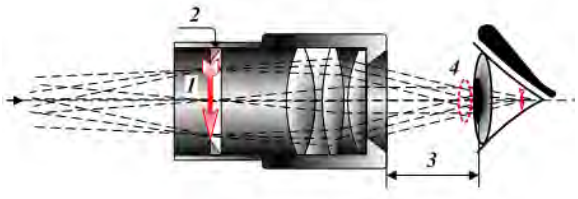
- Le coulant : Le coulant est la jupe cylindrique de l'oculaire qui réalise par serrage la liaison mécanique avec l'instrument sur lequel il est utilisé. Le format le plus courant est le standard américain de 1,25". On trouve également de plus en plus d'oculaires de 2".
- Le champ : il existe deux types de champs : le champ apparent et le champ réel.
    - Champ apparent (CA): il est propre à chaque oculaire. Il est généralement compris entre 30° et 55°. Il existe aussi des oculaires à grand champ dont le CA peut atteindre 84°. Plus le CA est large, meilleur est le confort d'utilisation.

Oculaire de 25 mm avec 50° de champ apparent



Oculaire de 25 mm avec 30° de champ apparent

    - Le champ réel (CR) : il s'agit de la portion du ciel que l'on peut voir à travers un oculaire. Il dépend du CA de l'oculaire et du grossissement. Pour le calculer, il suffit de diviser le CA par le grossissement.
- La longueur focale: distance qu'il y aurait entre le foyer image de l'oculaire (point vers lequel convergent les rayons lumineux issus d'un point après leur passage dans un système optique) et une lentille de convergence équivalente. C'est de cette longueur focale que va dépendre le grossissement. La focale est inscrite sur l'oculaire (mm). Il faudra avoir en main quelques oculaires avec des longueurs focales différentes pour avoir une variété de grossissements.



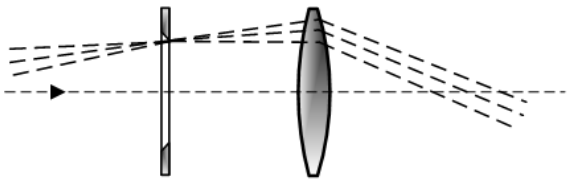
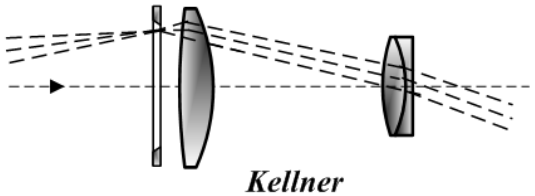
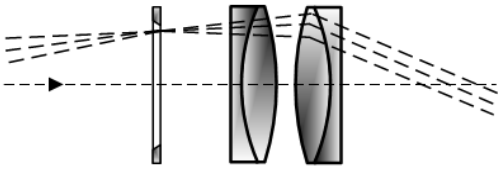
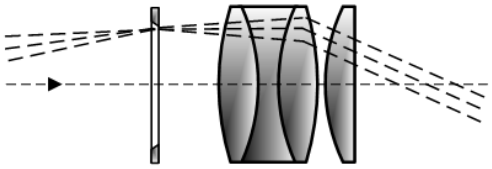
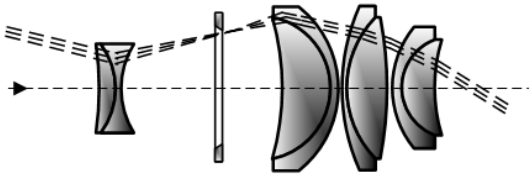
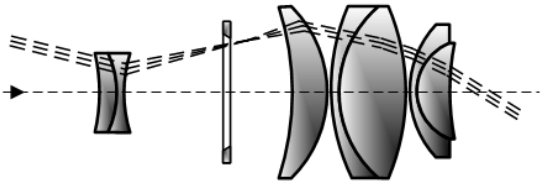
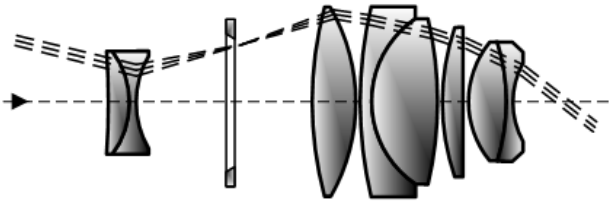
Formation de l'image (pupille de sortie) dans un oculaire.

***1** Image réelle **2** – Diaphragme de champ **3** – Relief d'œil **4** – Image sortante (pupille de sortie)*

La qualité ou les types de systèmes optiques

La ou les lettres inscrites sur l'oculaire vous indiquent la qualité optique de ce dernier.

- H, HM, R, SR : qualité ordinaire
- AH, K, MA, SMA : qualité moyenne
- OR (orthoscopique) : très bonne définition
- OR HD, PL (Plössl), Super Plössl : haute définition
- Panoptic, AVW : très haute définition
- Nagler, Nagler 2, Wide field, SWA, UWA : grand champ à haute définition

<table>
<tr><td rowspan="2">Entrée de gamme</td><td> 
Kepler</td><td> 
Kellner</td></tr>
<tr><td> 
Plössl</td><td> 
Orthoscopic</td></tr>
<tr><td>Moyen et haut de gamme</td><td> 
Nagler (1979)
 
Nagler (1981)</td><td> 
Nagler_2</td></tr>
</table>

Performance du système optique

Grilles de calcul

Plus le grossissement augmente, plus il devient difficile d'utiliser son instrument. Une image petite et bien « piquée » est de loin meilleure qu'une image large et floue. Généralement trois à quatre oculaires bien choisis suffisent à l'astronome amateur.

Exemple :

- Télescope Schmidt-Cassegrain
- **D** : diamètre: 254 mm (10'')
- **F** : longueur focale de l'instrument : 2500 mm
- **RF** : rapport focal (F/D) : 10

Grossissement	Détails	Formule	Recherchez un oculaire ayant une focale de…
Minimum	C'est le plus lumineux et ayant le plus grand champ possible. Il est nécessaire pour localiser les objets du ciel.		40 mm
Moyen	Utile pour observer la Lune en entier, les nébuleuses, les galaxies et les amas d'étoiles.	F/D * 3	30 mm
Utile	Pour observer les détails à la surface de la Lune ou des planètes.	F/D *1.5	14 mm
Maximum	Pour séparer les étoiles doubles ou à utiliser quand la turbulence est à son plus bas niveau pour la Lune et les planètes.	F/D * 0.5	5 mm

Calcul du grossissement

Focale de l'instrument / focale de l'oculaire

Oculaires	F (Oc)	CA degrés	Grossissement - F (Obj)/F (Oc)	Champ réel (Ch(app) / Gross) minutes	Champ réel (Ch(app) / Gross) degrés
Oculaire Nagler Type 6 - 5 mm	5	82	500	10	0,16
Oculaire Nagler Type 6 - 13 mm	13	82	192	26	0,43
Oculaire Nagler Type 5 - 31 mm	31	82	161	31	0,51
Celestron Omni Series - 40 mm	40	43	125	21	0,34

LA MONTURE DES TÉLESCOPES

Considérations générales

S'informer avant d'acheter, prendre le temps de bien sonder vos besoins.

- Un instrument de qualité doit être supporté par une monture de bonne qualité, c'est-à-dire : solide, de bonne facture et stable. Lors de l'achat de votre instrument, considérez que vous pouvez acheter indépendamment l'optique, la monture ainsi que les oculaires.

Les différents types de montures

- La monture azimutale
- La monture équatoriale

La monture azimutale dispose de deux axes perpendiculaires l'un à l'autre, l'un pour les mouvements en élévation (haut en bas), l'autre en azimut (gauche à droite). Ce type de monture convient avant tout pour l'observation visuelle des objets du ciel.

Parmi les montures azimutales, il faut citer le système dobsonien que beaucoup d'amateurs ont adopté en raison de son faible coût. Le Dobson est un télescope de Newton monté sur une monture azimutale simplifiée.

Les montures azimutales peuvent être motorisées afin de compenser la rotation de la voûte céleste. La compensation est réalisée par des moteurs et un système automatisé de guidage.

Avantages de la monture azimutale :

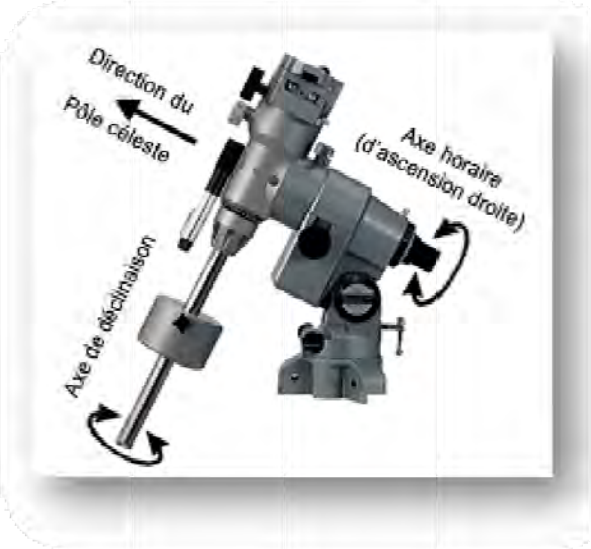
- Facile à utiliser par les débutants
- Monture idéale pour l'observation visuelle
- Stable et plus facilement transportable
- Facile à construire
- Télescope dobsonien de grand diamètre (200mm et +)

Désavantages de la monture azimutale :

- Impossible de suivre mécaniquement les objets célestes ;
- Impossible de viser un objet au zénith;

La monture équatoriale

La monture équatoriale est la monture idéale pour assurer un suivi sidéral durant une longue période d'observation et est recommandée pour réaliser des photos astronomiques. Pour assurer un guidage, il faut pointer l'axe polaire sur la latitude du lieu afin de placer la monture équatoriale parallèlement à l'axe de la terre. Il faut ensuite l'orienter vers le pôle sidéral (situé à près d'un degré de l'étoile polaire) autour duquel semble tourner toute la voûte céleste. En fait, la monture compense la rotation de la terre en tournant à la même vitesse que celle-ci, mais dans la direction opposée, ce qui donne l'impression que les objets astronomiques sont immobiles dans l'oculaire.



Les montures les plus simples ne disposent pas de moteurs d'entraînement et c'est l'observateur qui actionne les axes.

En astrophotographie, le moteur devient vite indispensable si le ciel profond vous intéresse. De manière générale, l'amateur a tout autant besoin de **stabilité** que de **précision**. C'est pourquoi certaines marques proposent de placer votre optique sur des montures robustes conçues pour des télescopes deux fois plus grands. En plus de la stabilité de la monture, il faut considérer la qualité des réglages mécaniques et la conception de l'ensemble. Finalement, il ne faut pas oublier que si l'apparence d'une monture est une chose, cet aspect ne garantit pas la **précision** de l'entraînement ni la **stabilité** de la monture.

Les différents types de montures équatoriales

Il existe principalement trois types de montures équatoriales :

- la monture **à fourche**
- la monture **allemande**
- la monture **à berceau**

La **monture à fourche** a toujours eu la faveur des télescopes catadioptriques en raison de son faible encombrement et se retrouve sur bon nombre d'instruments professionnels. Elle est très facile à utiliser, car le télescope, souvent compact, vient se placer entre les deux bras de la fourche et peut facilement être retourné tête en bas ou même retiré pour le transport. Si la fourche est un concept très ancien dans le monde des télescopes catadioptriques, c'est *Celestron* qui a introduit ce modèle au début des années 1970 avec le succès que l'on connaît, bientôt suivi par *Dynamax* et *Meade*.

Les trois principaux types de montures : à gauche, un télescope catadioptrique *Meade* Maksutov-Cassegrain de 178 mm maintenu dans une monture équatoriale à fourche fixée sur une base équatoriale; au centre, un télescope *Takahashi* newtonien CN-212 US fixé sur une monture équatoriale allemande EM-200 et à droite, un télescope JMI NGT-6 de 150 mm f/5 monté sur une monture équatoriale en fer à cheval.

La **monture équatoriale allemande** est certainement la plus robuste. Elle est équipée d'un contrepoids situé du côté opposé au tube optique, dans la ligne de l'axe de déclinaison afin d'assurer un juste équilibre des masses. Synonyme de robustesse, la monture allemande est parfois très sommaire; trop légère et disposant d'un mécanisme imprécis et de mauvaise qualité, elle peut tromper l'amateur débutant par son aspect complexe et ses accessoires.

Avantages de la monture équatoriale :

- Elle peut être entraînée à partir d'un seul moteur fixé en ascension droite
- La plupart des modèles peuvent atteindre et suivre n'importe quel objet du ciel
- C'est la monture idéale pour l'astrophotographie.

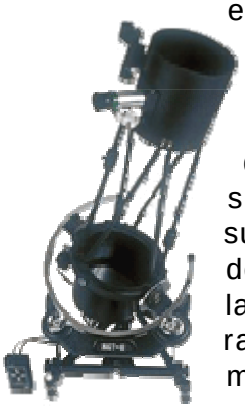
- Les cercles de coordonnées équatoriales permettent de localiser des objets invisibles à l'oeil nu et sont plus faciles à utiliser par un système de guidage automatique (système *Goto*).

Désavantages de la monture équatoriale :

- Les montures équatoriales performantes ont tendance à être massives et imposantes, les rendant beaucoup moins faciles à transporter que les montures azimutales.
- Les montures équatoriales sont souvent équipées de quatre systèmes de roulement et sont souvent plus chères que les montures azimutales.
- Un guidage précis nécessite une mise à niveau et un alignement polaire minutieux.
- Pour un débutant, les axes équatoriaux sont moins intuitifs à manipuler que les axes d'une monture azimutale.
- La monture équatoriale ne convient pas pour observer les objets terrestres. Si vous êtes avant tout un naturaliste et un observateur occasionnel du ciel, choisissez une monture azimutale.

De gauche à droite : *Takahashi* CN212 f/12.4 monté sur une monture EM-200. *Meade* newtonien *Starfinder* de 400 mm f/4.5 et une lunette aprochromatique *Takahashi* FS de 152 mm f/8 installée sur une colonne.

Enfin, citons la monture **équatoriale à berceau**. Elle demande un peu d'espace, car la base est souvent assez large et doit être orientée nord-sud. Le télescope se place entre les montants parallèles qui relient la base nord à la base sud. Ses montants sont inclinés jusqu'à la latitude du lieu.



Cette monture se prête peu aux déplacements et reste en principe à demeure sur le lieu d'observation. Elle connut un certain succès il y a quelques décennies mais cela fait des années maintenant que les constructeurs ne la proposent plus dans leurs catalogues en raison du désintérêt des amateurs pour cette monture du fait de son encombrement.

La fonction du trépied

Si vous considérez que la transportabilité de votre instrument est essentielle, la monture doit impérativement être peu encombrante et légère. En fait, le trépied n'a qu'une seule fonction : il s'adapte facilement à n'importe quel terrain.

Ainsi que vous le diront tous les photographes professionnels, le trépied est cependant très utile pour l'observateur occasionnel équipé d'un petit instrument. Télescopique, le trépied se monte en quelques instants et permet d'aller observer à peu près n'importe où, même à flanc de montagne ou sur un sentier en lisière de bois. On peut dire que tous les amateurs disposant d'un télescope catadioptrique ont acheté un trépied avec leur instrument.

Si les trépieds sont synonymes de portabilité, les plus robustes sont capables de supporter le poids d'un télescope de 400 mm d'ouverture (env. 50 kg). De gauche à droite : le trépied *Hélios* supportant une monture équatoriale EQ1; le trépied *Takahashi* supportant une monture équatoriale EM-200; le trépied *APM* Gemini ST3 et le monstrueux, mais efficace, trépied *Meade* supportant leur Schmidt-Cassegrain de 400 mm d'ouverture.

lub d'astronomie maskoutain

2012

www.astrosurf.com/cam/